

окисление с образованием окислов азота и отжиг поверхностной структуры. При облучении в атмосфере воздуха, в зависимости от режимов, возможна реализация каждого из вышеперечисленных механизмов. При облучении в кислороде преобладает механизм окисления. Облучение в аргоне приводит к наиболее эффективной очистке контактов реле, отжигу поверхности контактов и к минимальному сопротивлению контактов $r=20\text{ мОм}$. Поэтому, наиболее оптимальным режимом облучения является: рабочий газ - аргон, ток разряда - $I = 1,25\text{ мА}$, ускоряющее напряжение на электродах - $U = 2\text{ кВ}$, время облучения - $t = 3\text{ мин}$.

Таким образом, предложенный в настоящей работе способ финишной очистки контактов реле позволяет с помощью электронной бомбардировки снизить сопротивление контактов реле типа РПС-45 на 17,5%.

Работа выполнена при поддержке грантов Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых – докторов наук МД-1041.2011.2 и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-07-33018).

Список использованных источников

- 1.Полтавцев, Ю.Г. Технология обработки поверхностей в микроэлектронике [Текст] / Ю.Г. Полтавцев, А.С. Князев - Киев: Техника, 1990. – 206 с.
- 2.Казанский Н.Л. Формирование оптического микрорельефа во внеэлектродной плазме высоковольтного газового разряда [Текст] / Н.Л. Казанский, В.А. Колпаков – Москва: Радио и связь, 2009. – 220 с.

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ВНЕЭЛЕКТРОДНОЙ ПЛАЗМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

В.А. Колпаков, А.И. Колпаков, С.В. Кричевский

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Описана конструкция устройства формирующего поток газоразрядной плазмы за пределами электродной системы и способы защиты от пробоя изоляции катодного узла, позволившие увеличить рабочее напряжение до 3-5 кВ. Для достижения этого предлагается увеличить глубину п-образной проточки, в которую входит изоляция катода, на 10% относительно толщины катода, заполнив образовавшуюся камеру вакуумным маслом. Рассмотрены типы пробоя элементов конструкции изоляции разделяющей катодную и анодную системы.

Для проведения процессов обработки поверхности подложек, используемых в микро- и нанозлектронике необходимы потоки низкотемпературной плазмы, формируемые газоразрядным устройством вне электродном пространстве, т.к. только в этом случае устраняется эффект загрузки и зависимость параметров разряда от свойств материала подложки. Авторами [1,2] показано, что такими свойствами обладают ионно-электронные пучки генерируемые высоковольтным разрядом, а также плазма данного разряда, исследованная, апробированная и названная в [3] внеэлектродной. Однако в процессе работы газоразрядного устройства, представленного в [3] (рис.1.), было обнаружено, что при рабочих напряжениях (U) в системе катод - изолятор катода - фторопластовая прокладка - анод-сетка возникают условия поверхностного пробоя (см. поз. 1 рис. 2 а), переходящего при напряжении 3 кВ в дуговой разряд (см. поз. 2, рис. 2 б).

В результате происходит выгорание элементов катодной изоляции (см. поз. 4 и 6 рис. 1) с образованием на поверхности пробоя углеродной пленки, что приводит к короткому замыканию системы анод-катод, и прибор необратимо выходит из строя. Повышение диэлектрических свойств изоляции катода осуществлено путем выполнения в изоляторе катода п-образной проточки, заполняемой вакуумным маслом, с последующей ее герметизацией фторопластовой прокладкой в виде кольца и прокладками из вакуумной резины марки ИРП-1015 (см. рис. 3).

В качестве математического аппарата имитационного моделирования предлагается использовать сети Петри [3]. Сети Петри характеризуются качественным описанием, количественными компонентами и функциями сети, начальной маркировкой сети, функцией переходов. Будем рассматривать ординарные автоматные сети Петри, не содержащие вложений и не оперирующие разнородными метками. Пример автоматной сети Петри представлен на рис. 2.

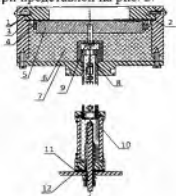


Рис 1 Конструкция устройства, формирующего внеэлектродный газовый разряд 1 - корпус, 2 - анодное кольцо, 3 - анод-сетка, 4 - фторопластовая прокладка, 5 - катод, 6 - изолятор

катоды, 7 - крышка корпуса, 8 - высоковольтный кабель, 9 - компактный колпачок, 10 - высоковольтный ввод, 11 - резиновая прокладка, 12 - дно рабочей камеры



Рис 2. Внешний вид изолятора катода и фторопластовой прокладки после электрического пробоя: 1 - следы от пробоя дуговым разрядом, 2 - следы от пробоя поверхностным разрядом

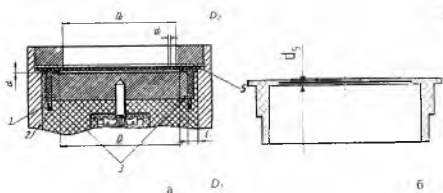


Рис 3. Схема конструкции изоляции катода (а) и фторопластовой прокладки (б)
1 - и-образная проточка, 2 - вакуумное масло ВМ1; 3 - вакуумная резина; 4 - торцы фторопластовой прокладки; 5 - мелкое кольцо, D_1 - внутренний диаметр фторопластовой прокладки; D_2 - внутренний диаметр анодного кольца, d_1 - диаметр проволоки анода-сетки, d_2 - минимальная толщина фторопластовой прокладки, d_3 - толщина противопробойного зазора

В процессе работы газоразрядного устройства происходит распыление материала катода, продукты которого адсорбируются на торцевой поверхности 4, представленной на рис. 3б, что увеличивает ее проводимость, а, следовательно, увеличивает возможность пробоя изоляции между поверхностями катода и анода. Устранение условий пробоя по торцу изолирующего материала, имеющему в сечении г-образную форму (см. рис. 3б, поз.4), плотно входящему в полость изоляции катода, достигается

выполнением проточки в области материала частично покрывающего на 5-10 мм поверхность катода диаметром 125 мм. Образующаяся ступенька глубиной равной половине толщины диэлектрика ($d_s = 1$ мм) и длиной 5 мм. Это позволяет значительно увеличить поверхность диэлектрика, разделяющего анод от катода и устранить возможность образования дугового разряда. Расстояние между катодом и анодом в этом случае не изменяется и составляет 2,7 мм, т.е. находится в пределах темного астонового пространства тлеющего разряда. С целью увеличения размеров поверхности диаметр анодного кольца D_2 (110 мм) выбирается меньше, чем диаметр фторопластовой прокладки D_1 (123 мм). Это устраняет возможность возникновения газового разряда непосредственно в области поверхности торца фторопластовой прокладки и значительно снижает вероятность загрязнения ее продуктами распыления.

Модернизация изоляции катодного узла позволила полностью исключить механизмы электропробоя его поверхности во всем диапазоне рабочих напряжений на электродах прибора.

Работа выполнена при поддержке грантов Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых – докторов наук МД-1041.2011.2 и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-07-33018 мол_а_вед).

Список использованных источников

1. Вагнер И.В., Болгов Э.И., Грасун В.Ф., Гохвельд В.Л., Кудлай В.А. Элементарная ячейка для формирования электронных лучков произвольной формы в высоковольтном разряде в газе. [Текст] / Журнал технической физики, 1974, т. X, вып. 8, С.1669-1674.
2. Комов А.Н., Колпаков А.И., Рафасвич Б.Д. Установка для разрезания полупроводниковых пластин электронным лучом [Текст] / Приборы техника эксперимента, 1977, №1, С. 253-255.
3. Казанский Н.Л., Колпаков В.А. Формирование оптического микрорельефа во внеэлектродной плазме высоковольтного газового разряда: монография [Текст] / М.: Радио и связь, 2009. – 220 с.
4. Комов А.Н., Колпаков А.И., Бондарева Н.И., Захаренко В.В. Электронно-лучевая установка для пайки элементов полупроводниковых приборов [Текст] / Приборы и техника эксперимента. 1984.-№5.-С.218-220.